

Niveles de penetración de los diferentes grupos macroinfaunales en los sedimentos arenosos sublitorales de la ría de Ares y Betanzos (Galicia) (noroeste de la península Ibérica)

J. M. Garmendia, J. M. Parada y J. Mora

Departamento de Biología Animal. Facultad de Biología. Universidade de Santiago de Compostela. Campus Sur. E-15782 Santiago de Compostela (A Coruña), España. Correo electrónico: joxemige@euskalnet.net

Recibido en enero de 2003. Aceptado en diciembre de 2003.

RESUMEN

Se estudian los fondos arenosos sublitorales de la ría de Ares y Betanzos (noroeste de Galicia), con el objetivo de conocer los patrones de dominancia de los grupos faunísticos macrobentónicos a diferentes niveles de profundidad del sedimento marino.

Se analizan muestras de superficie de 0,012 m² y 20-25 cm de profundidad media, considerando cinco grupos faunísticos: poliquetos, moluscos, crustáceos, equinodermos y otros.

Los poliquetos son el grupo faunístico más abundante, principalmente en los primeros centímetros de profundidad. A medida que se profundiza en el sedimento, los moluscos y el grupo otros adquieren valores relativos importantes.

Palabras clave: Distribución vertical, macrobentos, infauna, sedimento blando, sublitoral, ría de Ares y Betanzos, Galicia, península Ibérica.

ABSTRACT

Dominance patterns of macrobenthic faunal groups at different depth levels in the sublittoral sandy marine sediments of the Ria de Ares y Betanzos (Galicia, northwest Iberian Peninsula).

Sublittoral sandy bottoms of the Ria de Ares y Betanzos (Galicia, northwest Iberian Peninsula) were studied to determine the dominance patterns of macrobenthic faunal groups at different depth levels in the marine sediment.

Samples of 20-25 cm average depth and 0.012 m² surface were analysed, considering 5 faunal groups: polychaetes, molluscs, crustaceans, echinoderms, and others.

Our abundance results show the highest values for polychaetes, mainly near the surface, which decline with penetration into the sediment, where molluscs and the others group reach important relative values.

Keywords: Vertical distribution, macrobenthos, infauna, soft bottom, sublittoral, Ria de Ares y Betanzos, Galicia, Iberian Peninsula.

INTRODUCCIÓN

Los patrones de distribución vertical de la infauna son aspectos importantes de la estructura, las interacciones específicas y la actividad de los organismos en las comunidades de fondos blandos (Hines y Comtois, 1985).

En muchas especies, el desarrollo supone una mayor profundización de los individuos en el sedimento; este hecho puede verse claramente en los moluscos bivalvos.

A corto plazo, la distribución vertical de las especies individuales está condicionada por una serie de factores bióticos: la estrategia trófica, el grado de movilidad, la talla, el escape a la depredación y la competición por el espacio o el alimento (Palacio, Lastra y Mora, 1993). En términos generales, los organismos adoptarán una estrategia de máxima profundización en relación a su talla y su capacidad excavadora, siempre que las condiciones fisicoquímicas y el alimento no sean limitadores, ya que, así, disminuirán el riesgo de ser capturados por depredadores epifaúnicos y mitigarán los efectos de la exposición a las condiciones de inestabilidad que conllevan las características fisicoquímicas observadas en los primeros centímetros del sedimento.

Con el presente trabajo se pretende conocer la distribución de la macrofauna dentro del sedimen-

to arenoso submareal de una ría gallega y comparar los resultados con los obtenidos en otros fondos de lugares con similares condiciones medioambientales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Teniendo como objetivo el conocimiento de la estructura macroinfaunal en la vertical de sedimentos blandos, se muestrearon tres estaciones sublitorales (W, X y Z) correspondientes a fondos de arenas limpias, situadas en la parte media de la ría de Ares y Betanzos (noroeste de España) (figura 1), a profundidades comprendidas entre 11 y 14 m. Los muestreos se llevaron a cabo con periodicidad mensual entre agosto de 1988 y julio de 1989.

Las muestras fueron tomadas desde una embarcación con una draga box corer de Reineck tipo Bouma, con la que se obtenían muestras de sedimento tal y como se encuentran en el fondo. En la embarcación, a partir de estos sedimentos inalterados y empleando sacabocados cilíndricos de 7,25 cm de diámetro, se muestreó un área de 0,012 m² por estación (tres réplicas de 0,004 m²), obteniéndose muestras de 20-25 cm de profundidad. Éstas se separaban inmediatamente en las siguientes capas: 0-2, 2-4, 4-6, 6-8, 8-10, 10-15, 15-20 y 20-25 cm. Las tres

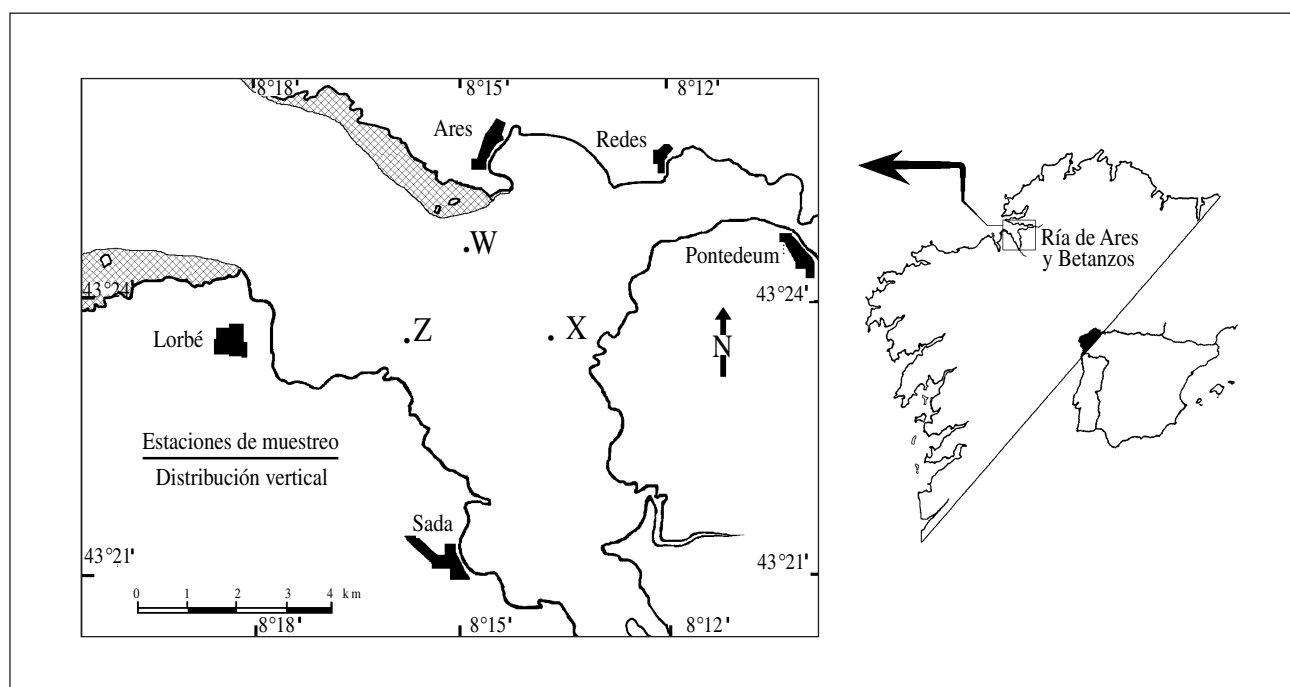


Figura 1. Ría de Ares y Betanzos. Localización de las estaciones de muestreo.

réplicas correspondientes a la misma capa eran tamizadas conjuntamente sobre una red de malla de 0,5 mm de diámetro, procediéndose posteriormente a la separación de los organismos (crustáceos, poliquetos, moluscos, equinodermos y otros) para su posterior análisis.

El área de muestreo estudiada es pequeña dado el carácter preliminar de este trabajo en el ámbito de la columna vertical del sedimento, por lo que puede resultar demasiado reducido para considerarlo como área mínima significativa para obtener conclusiones.

Igualmente, se tomó una muestra para realizar el análisis granulométrico (Buchanan, 1984) y las valoraciones del contenido en materia orgánica (Parada, Palacio y Mora, 1991) y en carbono orgánico (El-Rayis, 1985) del sedimento.

Por otro lado, se tomaron muestras de agua de fondo con la ayuda de una botella tipo Van Dorn, procediéndose a la medición instantánea de algunas variables y parámetros hidrológicos (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH) mediante la utilización de electrodos y analizadores de campo.

RESULTADOS

Los resultados que se ofrecen corresponden a los valores medios de las tres estaciones muestreadas.

Factores fisicoquímicos

Los valores de las magnitudes fisicoquímicas medidas en el agua de fondo (temperatura, salinidad, contenido en oxígeno y pH) y en el sedimento (contenidos de carbono orgánico y de materia orgánica total, ambos en porcentaje) se muestran en la tabla I.

Como puede observarse en la figura 2, el sedimento está compuesto predominantemente por

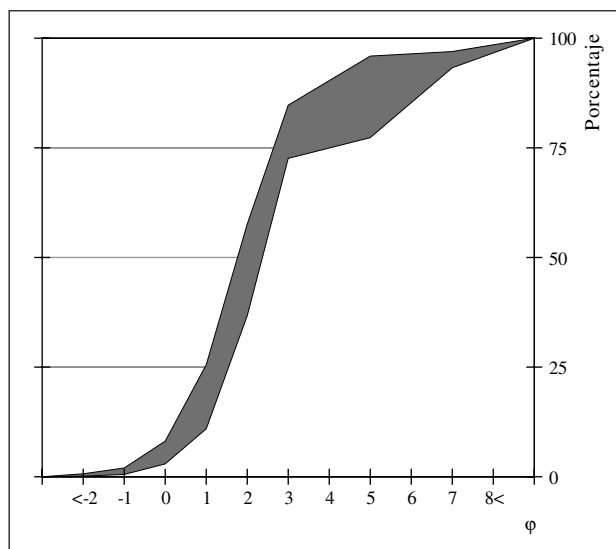


Figura 2. Rango granulométrico (ϕ) anual de los sedimentos de los fondos estudiados (ϕ = log del tamaño del grano, en mm).

fracciones de arena fina (2-3 unidades ϕ) y muy fina (3-4 unidades ϕ), con valores que oscilan a lo largo del periodo anual entre 18,4-38,1 % y 27,1-39,5 %, respectivamente; el porcentaje pelítico (> 4 unidades ϕ) oscila entre 4 y 35 %.

Análisis global

Abundancia y riqueza específica

En el conjunto de las muestras se contabilizaron 4 000 individuos, destacando, por grupos, las siguientes especies (tabla II):

- Poliquetos (2 398 ejemplares): *Spio decoratus* Bobretzky, 1871; *Paradoneis armata* Glémarec, 1966; *Mediomastus fragilis* Rasmussen, 1973; *Diplocirrus glaucus* (Malmgren, 1867); *Magelona filiformis* Wilson, 1959; *Spiophanes bombyx* (Claparède, 1870).

Tabla I. Temperatura del agua (T) y variables fisicoquímicas: salinidad (S), oxígeno (Ox.) y alcalinidad (pH) del agua de fondo; carbono orgánico (C org.) y materia orgánica (m.o.) del sedimento.

	Media anual	σ	Máximo (mes)	Mínimo (mes)
T (°C)	14,26	0,76	15,80 (sep)	13,17 (feb)
S	34,98	1,31	37,13 (ago)	32,83 (abr)
Ox. (%)	84,77	10,42	114,33 (may)	75,67 (ago)
Ox. (mg/l)	8,73	1,14	11,97 (may)	7,77 (ago)
pH	8,05	0,10	8,19 (jun)	7,83 (jul)
% C org.	0,32	0,07	0,44 (ago)	0,2 (dic)
% m.o.	1,66	0,21	2,19 (ago)	1,32 (dic)

• Otros (641 ejemplares): el antozoo actiniario *Edwardsia clapedii* (Panceri, 1869); el nemertino *Tubulanus polymorphus* Renier, 1804; el foronídeo *Phoronis muelleri* Sellys-Longchamps, 1903.

• Moluscos (567 ejemplares): *Fabulina fabula* (Gronovius, 1781); *Mysella bidentata* (Montagu, 1803); *Chamelea striatula* (Da Costa, 1778); *Pharus legumen* (Linneo, 1758).

• Crustáceos (283 ejemplares): *Ampelisca spinimana* Chevreux, 1887; *Ampelisca sarsi* Chevreux, 1887.

• Equinodermos (111 ejemplares): *Acrocnida brachiata* (Montagu, 1804); *Amphiura filiformis* (O.F. Müller, 1776); *Echinocardium cordatum* (Pennant, 1777).

Tal y como puede verse en la figura 3, tanto la riqueza específica como la abundancia de individuos encontrados por muestra global (suma de los diferentes estratos) alcanzan sus máximos valores durante los meses de verano y del comienzo de otoño. Los mínimos valores anuales preceden a los máximos, ya citados, que duplican sus valores.

Las densidades totales mensuales oscilan entre valores de 60 indiv/0,012 m² (en mayo) y 196 indiv/0,012 m² (en julio).

Grupos faunísticos

Tanto en abundancias como en riqueza específica (figura 4) los poliquetos son el grupo faunístico que presenta los valores más elevados a lo largo de todo el año. En segundo lugar, respecto a la abundancia, los moluscos y el grupo otros adquieren valores similares; sin embargo, en cuanto a número de especies, los moluscos son claramente el segundo grupo en importancia seguido de los grupos otros y crustáceos. En cuanto a la dominancia, tanto en individuos como en especies, los poliquetos alcanzan valores cercanos al 50 % en todos los meses. En la figura 4 pueden observarse los valores medios anuales y las dominancias correspondientes a cada grupo faunístico considerado.

En términos de densidad, los distintos grupos faunísticos presentan comportamientos diferentes (tabla III): los poliquetos y los crustáceos alcanzan sus densidades máximas en verano y las mínimas en invierno, al contrario que los moluscos, que en invierno muestran las densidades más altas y en verano las más bajas. En el resto de los grupos no se observa un modelo temporal definido, bien sea por las bajas densidades que presentan (los equinoder-

Tabla II. Número de ejemplares recogidos de las especies más abundantes y sus porcentajes frente al total de la macrofauna encontrada.

Especie	Grupo faunístico	Ejemplares	Porcentaje frente al total de la fauna
<i>Spio decoratus</i>	Poliqueto	460	11,5
<i>Paradoneis armata</i>	Poliqueto	440	11
<i>Mediomastus fragilis</i>	Poliqueto	296	7,4
<i>Diplocirrus glaucus</i>	Poliqueto	146	3,65
<i>Magelona filiformis</i>	Poliqueto	126	3,15
<i>Fabulina fabula</i>	Molusco	105	2,625
<i>Mysella bidentata</i>	Molusco	99	2,475
<i>Acrocnida brachiata</i>	Equinodermo	88	2,2

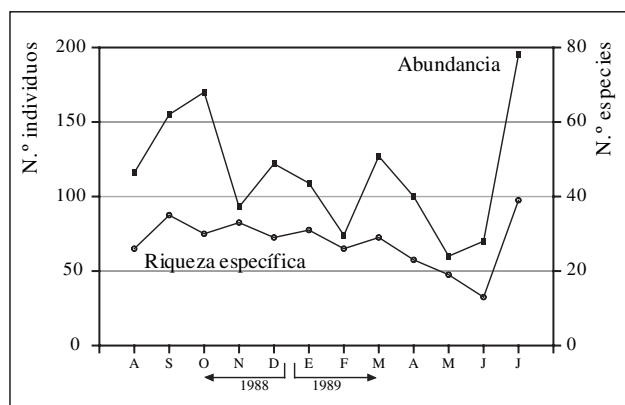


Figura 3. Riqueza específica y abundancia mensual.

mos), o bien por los altibajos que sufren de un mes a otro (el grupo otros).

Tabla III. Densidades (máximas y mínimas) de los grupos faunísticos.

Grupo faunístico	Densidad (indiv/0,012 m ²)	
	Máximo (mes)	Mínimo (mes)
Poliquetos	129 (oct)	29 (feb)
Moluscos	25 (feb)	6 (may)
Otros	32 (julio)	7 (ago)
Crustáceos	21 (ago)	5 (feb)
Equinodermos	7 (dic)	0 (may)
Total macrofauna	196 (jul)	60 (may)

Tabla IV. Distribución de la abundancia, dominancia y densidad máxima y mínima en los diferentes niveles del sedimento.

Profundidad (cm)	Abundancia (indiv)	Dominancia (porcentaje)	Densidad (indiv/0,012 m ²)	
			Máxima (mes)	Mínima (mes)
0-2	2 401	60,0	154 (jul)	20 (feb)
2-4	772	19,3	30 (jul)	15 (jun)
4-6	394	9,85	23 (ene)	4 (jun)
6-8	206	5,15	16 (ene)	1 (ago)
8-10	121	3,0	8 (dic)	1 (jul)
10-15	92	2,3	6 (mar)	0 (ago)
15-20	14	0,35	2 (dic)	–

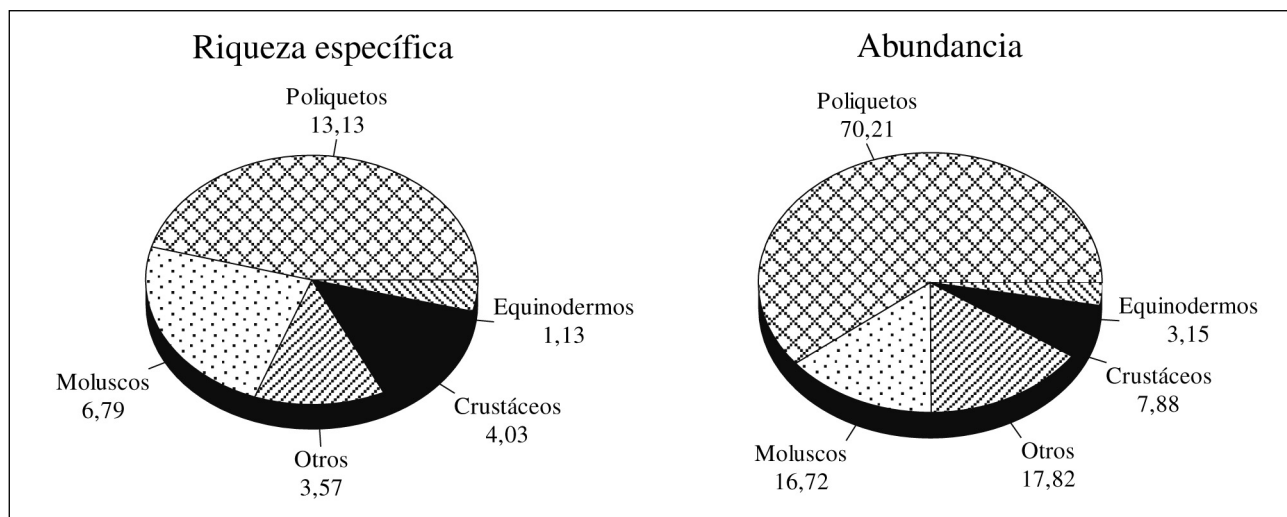


Figura 4. Media anual de la riqueza específica y de las abundancias de los grupos faunísticos.

Análisis vertical

Abundancia y riqueza específica

Los 4 000 individuos contabilizados fueron encontrados en los diferentes niveles de profundidad dentro del sedimento (tabla IV).

Si se tuviera en cuenta la biomasa como gramos de materia viva por unidad de superficie (PSLC), la importancia relativa de la fauna de cada estrato cambiaría totalmente, observándose una mayor biomasa en los estratos inferiores, ya que, normalmente, a mayor profundidad se encuentran los ejemplares de mayor talla.

Grupos faunísticos

En la figura 5 se representan las dominancias relativas de cada grupo faunístico respecto a la macrofauna total encontrada a lo largo de la columna de sedimento. Se observa una clara dominancia de los poliquetos en la capa superficial, que va dismi-

nuyendo lentamente a medida que se profundiza en el sedimento, para dejar de ser el grupo dominante a partir de los 15 cm de profundidad. Los moluscos y el grupo otros también son importantes en la totalidad de la columna, aumentando sus dominancias a medida que desciende la de los poliquetos.

En cuanto a la distribución vertical de los diferentes grupos faunísticos (tabla V y figura 6) se observa que todos ellos presentan sus máximas concentraciones en la capa superficial (de 0 a 2 cm). En todos los casos, los resultados muestran una menor presencia a medida que se profundiza en el sedimento. Los gráficos de los grupos otros y poliquetos son muy similares al obtenido para el conjunto de la macrofauna.

Los crustáceos muestran una clara preferencia por la primera capa (donde se encuentra el 80 % de sus efectivos); lo mismo sucede con los equinodermos. Esto se debe a que, en su mayoría, son, respectivamente, anfípodos y ofiuroideos, es decir: organismos que se alimentan de la materia orgánica que se encuentra tanto en suspensión como depo-

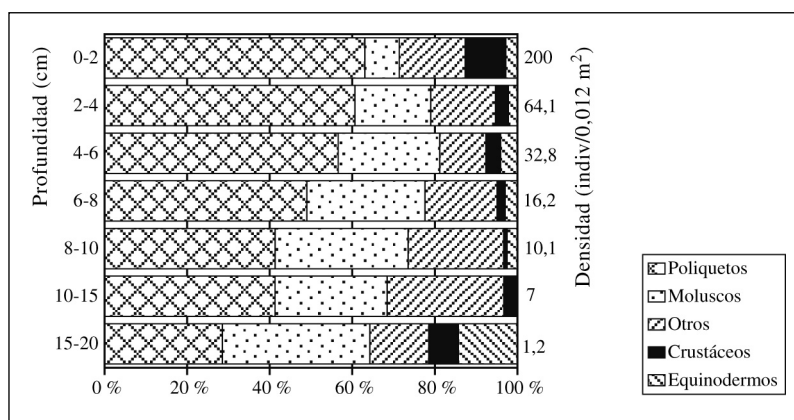


Figura 5. Importancia de los grupos faunísticos y densidad media anual de la macrofauna total en los diferentes estratos.

Tabla V. Distribución de los individuos por grupos faunísticos, en la columna de sedimento. Los valores se refieren a la totalidad de la fauna recogida durante el periodo de muestreo.

Profundidad (cm)	Poliquetos	Moluscos	Crustáceos	Otros	Equinodermos	Abundancia total
0-2	1 514	200	236	384	67	2 401
2-4	468	142	24	121	17	772
4-6	223	97	14	44	16	394
6-8	101	59	4	36	6	206
8-10	50	39	1	28	3	121
10-15	38	25	3	26	0	92
15-20	4	5	1	2	2	14

sitada en la superficie del sedimento. Los moluscos son el grupo más homogéneamente repartido en la vertical del sedimento.

DISCUSIÓN

Para interpretar adecuadamente los resultados obtenidos, hay que tener en cuenta un factor intrínseco de la metodología de muestreo: la perturbación causada durante la toma de muestras puede producir, en ciertas especies, reacciones de escape hacia el interior del sedimento, en especial los tubícolas y galerícolas de movimientos rápidos, por lo que, de acuerdo con otros autores (Hines y Comtois, 1985; Palacio, Lastra y Mora, 1993) nuestras observaciones indicarían la máxima profundidad de penetración de las especies. Por otro lado, dada la metodología utilizada en este trabajo, puede haberse producido el arrastre de algunos individuos al introducir el sacabocados en el sedimento, por lo que algunas especies se encontrarán a un mayor nivel de profundización de lo que les corresponde en realidad (hemos encontrado algunos ejemplares de crustáceos y poliquetos de pequeña talla presumiblemente arrastrados: copépodos,

Urothoe poseidonis Reibisch, 1950, *A. spinimana*, *Prionospio cirrifera* Wirén, 1883, entre otros).

En lo referente a grupos faunísticos, los máximos porcentajes se encontraron en las capas superficiales: los poliquetos muestran una disminución progresiva con la profundidad, los crustáceos (principalmente anfípodos) son casi exclusivamente superficiales y los moluscos presentan un patrón de distribución vertical más repartido. Estos resultados son comparables a los reflejados en la bibliografía consultada (Johnson, 1967; Clavier, 1984; Hines y Comtois, 1985; Palacio, Lastra y Mora, 1993).

En general, pocos organismos alcanzan penetraciones en el sedimento superiores a los 15 cm de profundidad. En el presente estudio solamente algunos ejemplares de gran talla de moluscos bivalvos como *P. legumen* y *Ensis arcuatus* (Jeffreys, 1865), conjuntamente con el equinodermo *E. cordatum*, alcanzan tales profundidades. Troncoso y Urgorri (1992), en un estudio malacológico de la ría de Ares y Betanzos, encuentran en dichas profundidades, además de *P. legumen*, al también molusco bivalvo de gran tamaño *Lutraria lutraria* (Linneo, 1758).

Ampliando el marco de estudio a otros fondos blandos como son los arcillosos y limosos, pueden

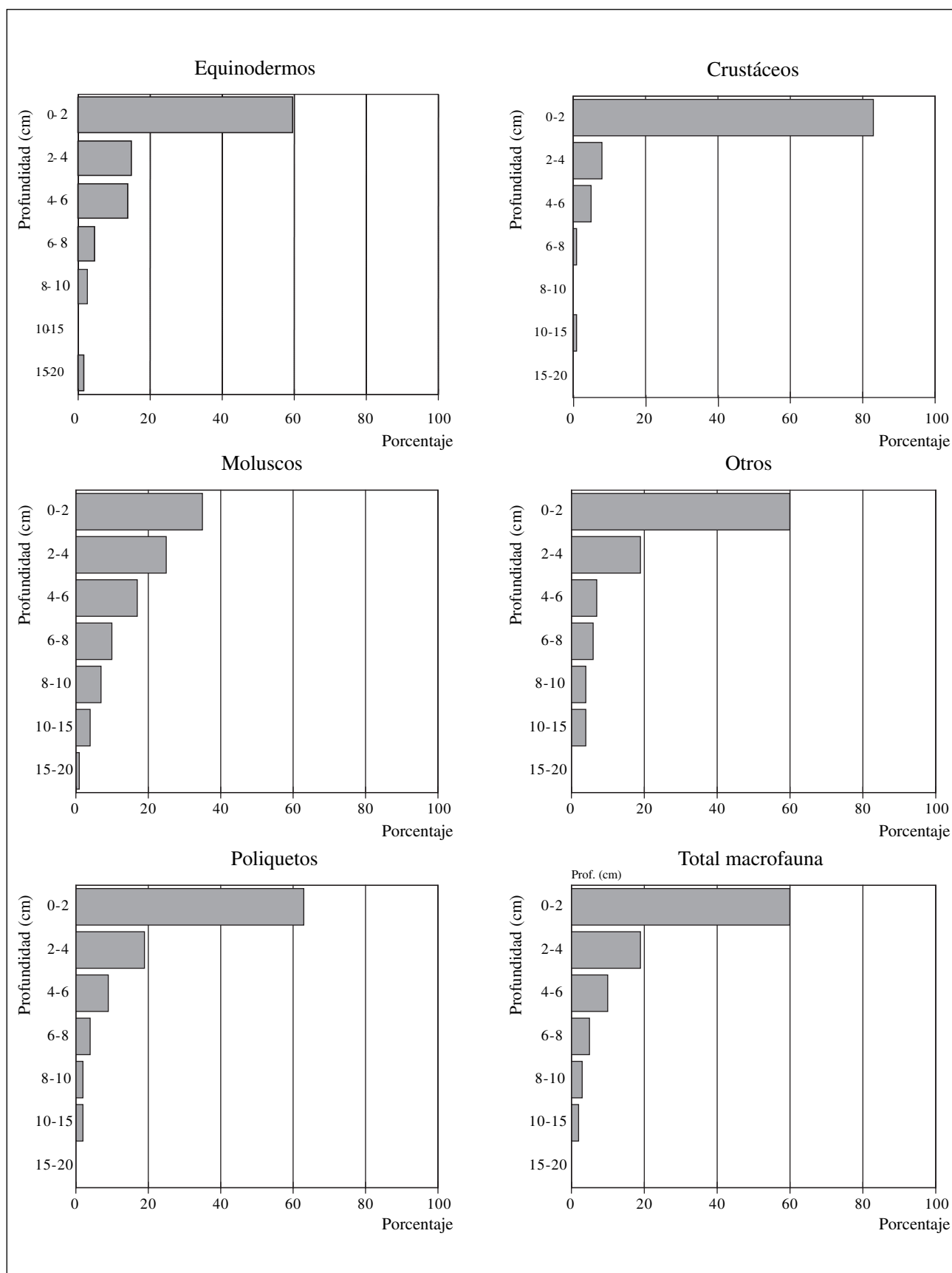


Figura 6. Porcentajes de los grupos faunísticos y macrofauna total en la columna del sedimento.

encontrarse organismos infaunales a mayores profundidades. En las rías bajas gallegas, hemos encontrado equiúridos a profundidades superiores a 30 cm y, mediante dragado, han sido recolectados ejemplares de gran talla del molusco bivalvo perteneciente al género *Panopea* (Menard de la Groye, 1807), especie que puede llegar a superar los 100 cm de profundización en el sedimento (Barnes, 1989).

La profundización de los organismos en un mismo tipo de sedimento depende de la época del año y de las características intrínsecas de la especie. El modelo de estratificación vertical de la infauna va a ser el reflejo de la combinación de una serie de factores como los siguientes:

- Tipo de alimentación: la situación de un organismo en la vertical va a depender de si es suspensívoro, depositívoro superficial, carnívoro, sedentívoro... En general, las especies que se alimentan sobre el sedimento o de la interfase agua-sedimento viven en los estratos superficiales del sustrato (Clavier, 1984).

- Tamaño del organismo: un individuo de mayor tamaño puede profundizar más, ya que puede formar galerías más profundas y oxigenar una capa más interna (es el caso de los poliquetos) o al presentar unos sifones más largos puede vivir a mayor distancia de la fuente de alimento (es el caso de los moluscos) (Troncoso y Urgorri, 1993; Zwarts y Wanink, 1989). En este punto se puede incluir también la habilidad de penetración en el sedimento.

- Competencia entre las especies por los recursos de alimento, de espacio o de ambos (Levinton, 1977; Peterson y Andre, 1980; Whitlatch, 1980, en Hines y Comtois, 1985).

- Madurez: los individuos juveniles viven normalmente cerca de la superficie (Clavier, 1984).

- Depredación: el desplazamiento hacia capas más profundas constituye una estrategia de escape ante la presión depredadora efectuada por organismos epifaunales sobre aquéllos que viven en las capas superficiales del fondo.

- Grado de reducción del sustrato: es un factor limitante de la penetración de la fauna (Christie, 1975) ya que los organismos necesitan cierta cantidad de oxígeno para sobrevivir.

- Penetrabilidad del sustrato: en general, la penetración de la fauna en el sedimento parece aumentar con el tamaño de los intersticios del sustra-

to y, en el caso de los sedimentos finos, con el grado de compactación del mismo.

Por último, al analizar los resultados obtenidos en el presente estudio, debemos tener en cuenta que, a pesar de que con el área de muestreo estudiada (0,012 m²) se captura la mayoría de los individuos macrofaunales presentes en estos fondos, dicha área resulta insuficiente a la hora de capturar ejemplares enteros de especies de gran talla (también pertenecientes a la macrofauna), como por ejemplo el erizo irregular *E. cordatum*. Este problema se ve aun más acentuado si tenemos en cuenta que el área considerada se ha obtenido a partir de submuestras de 0,004 m², y que el área total estudiada no es lo suficientemente amplia como para poder obtener conclusiones definitivas. Por ello, se han podido subestimar moluscos y equinodermos de gran tamaño, habitantes habituales de dichos fondos (Garmendia, 1997).

No obstante, y teniendo en cuenta todas las limitaciones citadas, consideramos que un instrumento de muestreo cuya profundización sea de 15 cm es suficiente para obtener una buena representación de la macrofauna existente en fondos de arenas finas, tanto en términos de riqueza específica como de densidad de individuos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es una contribución al proyecto 012/86 de la CICYT. La obtención y análisis de los resultados se realizó gracias a una beca de Formación de Investigadores concedida por el Departamento de Educación, Universidades e Investigación del Gobierno Vasco a J. M. Garmendia.

BIBLIOGRAFÍA

- Buchanan, J. B. 1984. Sediment analysis. En: *Methods for the study of Marine Benthos*. N. A. Holme y A. D. McIntyre (eds.): 41-65. Blackwell. Oxford.
- Barnes, R. D. 1989. *Zoología de los invertebrados* (5.^a edición). Nueva Editorial Interamericana. México D.F.: 957 pp.
- Christie, N. D. 1975. Relationship between sediment texture, species richness anal volume of sediment sampled by a grab. *Marine Biologie* 30: 89-96.
- Clavier, J. 1984. Distribution verticale de la macrofaune benthique dans un sediment fin non exondable. *Cah. Biol. Mar.* 25 (2): 141-152.

- El-Rayis, O. A. 1985. Re-assessment of the titration method for determination of organic carbon in recent sediments. *Rapp. Comm. Int. Mer Méditer.* 29 (7): 45-47.
- Garmendia, J. M. 1997. *El macrozoobentos submareal de la Ría de Ares y Betanzos II: Estructura faunística. Dinámica poblacional en sedimentos arenosos. Impacto inicial de la marea negra del Aegean Sea.* Tesis doctoral. Universidade de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela: 556 pp.
- Hines, H. A. y K. L. Comtois. 1985. Vertical distribution of infauna in sediments of a subestuary of Central Chesapeake Bay. *Estuaries* 8 (3): 296-304.
- Johnson, R. G. 1967. The vertical distribution of the infauna of a sand flat. *Ecology* 48: 571-578.
- Levinton, J. S. 1977. Ecology of shallow water deposit-feeding communities Quisset Harbor, Massachusetts. En: *Ecology of Marine Benthos*. B. C. Coull (ed.) 6: 191-227. Belle W. Baruch Library in Marine Science. Universidad South Carolina Press. Columbia.
- Palacio, J., M. Lastra y J. Mora. 1993. Distribución vertical de la macroinfauna intermareal en la Ensenada de Lourizan (Ría de Pontevedra). *Thalassas* 9: 49-62.
- Parada, J. M., J. Palacio y J. Mora. 1991. Estudio comparativo de dos métodos de cuantificación de la materia orgánica en sedimentos marinos. *Cuadernos de química oceanográfica* 1: 1-17.
- Peterson, C. H. y S. V. Andre. 1980. An experimental analysis of interspecific competition among marine filter feeders in a soft-sediment environment. *Ecology* 61: 129-139.
- Troncoso, J. S. y V. Urgorri. 1992. Distribución vertical de los moluscos en los sedimentos blandos de la Ría de Ares y Betanzos (Galicia, España). I. Metodología, caracterización de las estaciones y estructura faunística de los niveles. *Nova Acta Cient. Compostelana (Biología)* 3: 145-160.
- Troncoso, J. S. y V. Urgorri. 1993. Distribución vertical de los moluscos en los sedimentos blandos de la Ría de Ares y Betanzos (Galicia, España). II. Relación entre la talla y el grado de enterramiento en el sedimento. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Secc. Biol.* 89 (1-4): 95-100.
- Whitlatch, R. B. 1980. Patterns of resource utilization and coexistence in marine intertidal deposit-feeding communities. *J. Mar. Res.* 38: 743-765.
- Zwarts, L. y J. Wanink. 1989. Siphon size and burying depth in deposit -and suspension- feeding benthic bivalves. *Mar. Biol.* 100: 227-240.